

IDS
citation
3/13/02

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-55733

(43)公開日 平成6年(1994)3月1日

(51)Int.Cl. ⁵ B 41 J 2/045 2/055 2/16	識別記号 9012-2C 9012-2C	府内整理番号 F I	技術表示箇所 103 A 103 H
---	----------------------------	---------------	--------------------------

審査請求 未請求 請求項の数5(全8頁)

(21)出願番号 特願平4-210423	(71)出願人 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22)出願日 平成4年(1992)8月6日	(72)発明者 四谷 真一 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 (72)発明者 跡部 光朗 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 (72)発明者 紙透 真一 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 (74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名) 最終頁に続く

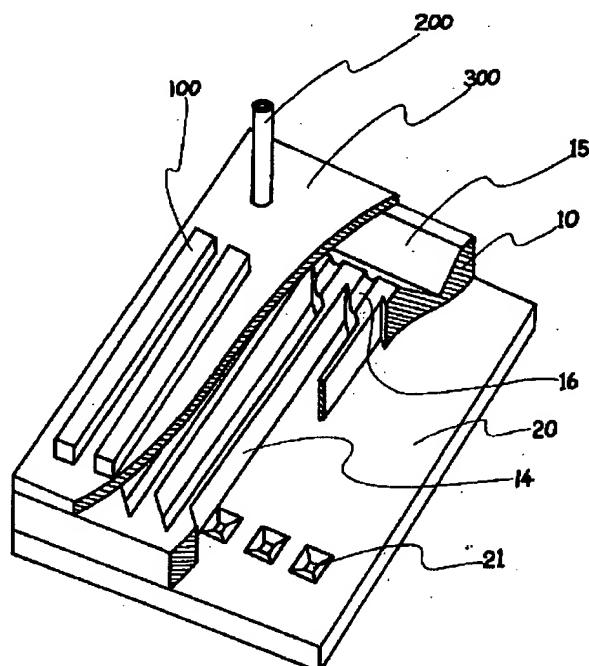
(54)【発明の名称】 インクジェットヘッド及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 高精細な印字品質を要求されるインクジェットプリンターの印字ヘッドの構造及びその製造方法を提供する。

【構成】 (110)面方位のSiウェハーの両面に貫通溝のインク加圧室となるべきマスクパターンを形成し、湿式結晶異方性エッチングを行うことにより、ウェハー表面に対して垂直に出現する (111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク加圧室を形成する。

【効果】 ウェハー表面に対して垂直に出現する (111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク加圧室を簡単に精度良く形成する事ができ、この貫通溝のインク加圧室を用いたインクノズル間ピッチが非常に狭い高密度マルチノズルインクジェットヘッドを容易に製造する事が出来る。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数ノズルと、該ノズル孔の各々に連通する複数の独立のインク加圧室と、該インク加圧室と連通してインクを供給するオリフィスと、該オリフィスに連通するインクだめを有するインクジェットヘッドにおいて、

(110) 面方位のS i ウェハーを用いて、該インク加圧室の側面が表面に対して垂直に出現する(111)結晶面で囲まれた事を特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項2】 前記インクジェットヘッドが少なくとも3枚の基板を重ねて接合した積層構造を有し、中間層に(110)面方位のS i ウェハーを用いて前記インク加圧室を形成するための貫通溝を明けた事を特徴とする請求項1記載のインクジェットヘッド。

【請求項3】 (110)面方位のS i ウェハーを中間に積層し、該(110)面方位のS i ウェハーの表裏面のどちらか一方に接合された基板がインク吐出用貫通孔を有するノズルプレートである事を特徴とする請求項2記載のインクジェットヘッド。

【請求項4】 (110)面方位のS i ウェハーの表裏面に前記インク加圧室に対応する湿式結晶異方性エッチング用マスクパターンを形成する場合において、表裏面のどちらか一方のマスクパターン開口部が他方のマスクパターン開口部よりも特定の値だけ小さい事を特徴とする請求項1記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項5】 前記特定の値の範囲が1ミクロンから100ミクロンである事を特徴とする請求項4記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はインクジェットプリンタ一用印字ヘッドの製造に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、インクジェットプリンタ用印字ヘッドは高精細印字の要求により、精密微細加工と複雑な所望形状が要求されるようになり、様々な製造方法が開発されている。

【0003】 そこで、特開平2-297445号公報に記されるように(110)面方位のS i ウェハーを用いたインクジェットヘッドの製造が提案されている。これは(110)面方位のS i ウェハーは結晶軸が<211>軸に沿って直線のパターンを形成し、湿式結晶異方性エッチングを行うとウェハー表面に対して直角に(111)結晶面が出現するために、非常に高いアスペクト比のインクノズルおよびインク圧力室等の溝が形成できるため、ノズル間ピッチを容易に狭められ、高いインクドット密度のインクジェットヘッドの製造ができるという発想に基づいている。

【0004】 ところが、(110)面方位のS i ウェハーには、2つの<211>軸に沿った直線パターンの交

2

点からウェハー表面に対して35度の角度で(111)面が出現し、その面が出現するとこれ以上エッティングが進まない。そのために、貫通溝のインク加圧室下部に位置する振動板の面積が小さくなり、インクを吐出させる場合の駆動電圧が高くなったり、インク加圧室内に必要な液量を満たせない等の要因になっている。

【0005】 そのため、インクジェットヘッドの設計上、大きな制約を受ける事になるために、実際に(110)面方位のS i ウェハーを用いたインクジェットヘッドは実用化されていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 (110)面方位のS i ウェハーには、2つの<211>軸に沿った直線パターンの交点からウェハー表面に対して35度の角度で(111)面が出現し、その面が出現すると、これ以上エッティングが進まない。そのために、自由に形状をつくる事ができず、そのため、ウェハー表面に対して垂直な(111)結晶面のみで構成されたインク圧力室や流路等を製造する事ができないという課題を有していたために、実際に(110)面方位のS i ウェハーを用いたインクジェットヘッドは実用化されていない。

【0007】 さらに、フォトリソグラフィ工程において、両面のアライメント精度は露光機の機械誤差が少なくとも5ミクロン程度あり、この誤差が結晶異方性エッティングによりさらに大きくなり、大きな寸法ばらつきを引き起こす。その寸法ばらつきにより、多数のノズルを持つインクジェットヘッドの各ノズルごとに吐出特性にばらつきを生じ、近年の高密度高精細インクジェットヘッドの作製には課題となっている。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため(110)面方位のS i ウェハーを用いてインクジェットヘッドを製造する方法において、(110)面方位のS i ウェハー全面に耐エッティングマスク材を付与し、前記(110)面方位のS i ウェハーの両面に貫通させて形成する貫通溝インク加圧室となるべきレジストマスクパターンをフォトリソグラフィを用いて形成した後、耐エッティングマスク材をエッティングして貫通溝のインク加圧室となるべきマスクパターンを形成した後、レジストを除去し、前記(110)面方位のS i ウェハーを湿式結晶異方性エッティングによりS i ウェハーを貫通させるまでエッティングし、さらにエッティング時間を所定量だけ延長して、ウェハー表面に対して垂直に出現する(111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク圧力室を形成する事を特徴としたインクジェットヘッドの製造方法を提供する。そして、貫通溝のインク加圧室を構成する結晶面の少なくとも3面以上がウェハー表面に対して垂直に出現する(111)結晶面で構成されている事を特徴とする高密度で高精細印字可能なインクジェットヘッドを容易に製造できる。

3

【0009】ウェハー表面に施した貫通溝のインク加圧室の開口部マスクパターンにおいてウェハーの一方の面の開口部寸法がもう一方の面の開口部寸法に比べて、ある特定の値だけ小さい寸法のマスクパターンを形成する事により、形成される貫通溝のインク加圧室の寸法ばらつきを非常に小さくできる。

【0010】

【作用】本発明の作用について説明する。図2は本発明の1実施例によるウェハー表面に対して垂直の(111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク加圧室14を形成する原理を模式的に示した図である。

【0011】(110)面方位のウェハーの両面に、フォトリソグラフィにより<211>方向に沿って図2(a)に示すような貫通溝のインク加圧室のマスクパターンを形成し、湿式結晶異方性エッティングによりSiウェハーを貫通するまでエッティングする。図2(b)は湿式結晶異方性エッティングによる貫通直後のSiウェハーの断面図で、(a)においてA-A線において切断した切断面で表示している。貫通直後では、ウェハー表面に対して35度の傾きで現れる(111)結晶面60が張り出しているために貫通部は狭くなっている。

【0012】そこで、さらにエッティングを継続するとその張り出し部は図2(c)のようにアンダーカット61されどんどん消滅していく。そして、図2(d)のように垂直の(111)結晶面62に突き当たったところでアンダーカットは停止する。以上のように、アンダーカット現象をうまく利用する事によって垂直の(111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク加圧室14を容易に形成できるのである。1インチ当たり360ドットの印字密度を有するインクジェットヘッドを製造するためには、幅50ミクロン、長さ3.5ミリ、深さ500ミクロンのインク加圧室が必要となり、本発明によると、従来技術により35度の傾斜した(111)結晶面を持ったインク加圧室を形成した場合と比べてインク液量では1.3倍、振動板面積においては1.7倍も大きい事を見いだした。

【0013】本発明により、従来よりさらにインク吐出特性が良好で、かつ駆動電圧の低いインクジェットヘッドがいっそう製造しやすくなり、また高精細で印字密度の高いインクジェットヘッドの製造も容易になったのである。

【0014】また、貫通溝のインク加圧室14のマスクパターンの開口部寸法を両面同じ寸法にせず、どちらか一方のパターン寸法を他方のパターン寸法よりも特定の値だけ、小さくすることにより、結晶異方性エッティング後の所望寸法精度が飛躍的に向上する。

【0015】この原理について詳しく説明する。図3は本発明の1実施例により原理を説明した図である。

【0016】Siウェハー両面にパターニングする時、ウェハーの裏と表のアライメントに必ず誤差が生じる。

4

そこで図3(a)のように、ウェハーの裏側の貫通溝のインク加圧室14の開口部のマスク寸法を表側の開口部マスク寸法より特定の値だけ小さくする。図3(a)ではインク加圧室の表側のマスクパターン17を実線で、インク加圧室の裏側のマスクパターン13を破線で表示している。図3(b)は図3(a)においてB-B線で切断した時の断面図を示している。

【0017】次に、そのSiウェハーを湿式結晶異方性エッティングすると、図3(c)のように表裏それぞれのパターンに沿って垂直の(111)結晶面62が現れる。ここで表裏のパターンに沿って形成された(111)結晶面62の位置がずれているために段差63になっている。

【0018】さらにエッティングを継続するとアンダーカット現象によって、図3(d)のように段差部がならされ、開口部寸法の大きい表側マスク寸法に合わせた貫通溝のインク加圧室14を形成する事が出来る。

【0019】

【実施例】以下、本発明について、実施例に基づき詳細を説明する。

【0020】(実施例1)図1は本発明における第1の実施例を示すインクジェットヘッドの斜視図である。この図に従って、このインクジェットヘッドの構造を説明する。

【0021】(110)面方位のSiウェハー10にはウェハー表面に対して垂直な(111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク加圧室14があり、オリフィス16と呼ばれる浅い溝によってインクだめに連通している。インクだめ15はウェハー表面に対して35の傾きを持つ(111)結晶面によって構成されている。

【0022】また、貫通溝のインク加圧室14の開口部の片側にノズルプレート20を接合してインク吐出口21と貫通溝のインク加圧室14とを連通させている。さらに、貫通溝のインク加圧室14のもう一方の開口部には、薄い振動板300が接合され、その振動板300には圧電素子100が接着されている。この圧電素子100に信号電流を与えて、印字を行う。

【0023】図4は、図1で示されたインクジェットヘッドの製造工程を示したものである。この図に従ってインクジェットヘッドの製造方法を説明する。

【0024】まず、(110)面方位のSiウェハー10を熱酸化し、図4(a)のごとくウェハー表面に耐エッティングマスク材とする酸化シリコン膜11を形成する。本実施例では耐エッティングマスク材には酸化シリコン膜を使用するが、窒化シリコン膜、炭化シリコン膜、金属膜等、Siアルカリエッティング液等に耐えられる膜なら何でも良く、酸化シリコン膜に限定されるものではない。

【0025】次に、このSiウェハー10にレジストを50スピンドルコート法により塗布し、ウェハー表面の所定の場

所にオリフィス16になるべきレジストマスクパターンをフォトリソグラフィ技術を用いて形成した後、緩衝フッ酸溶液により、酸化シリコン膜をエッチングし、図4(b)のようにオリフィスマスクパターン12を形成する。そして、不要になったレジストは、レジスト剥離液により除去される。

【0026】それから、フッ酸と硝酸を主成分とするSi等方性エッティング液に所定時間浸漬し、オリフィス16を図4(c)のように形成する。

【0027】オリフィスが形成されたSiウェハーは1度フッ酸に浸漬することにより、表面の酸化シリコン膜を除去し、再び熱酸化により図4(d)のようにSiウェハー全面に厚さ1ミクロンの酸化シリコン膜を付与する。

【0028】続いて、再びこのSiウェハー10にレジストをスピンドルコート法により塗布し、オリフィスを形成されたウェハー表面に貫通溝のインク加圧室14及びインクだめ15になるべきレジストマスクパターンを、ウェハー裏面に貫通溝のインク加圧室14になるべきレジストマスクパターンをフォトリソグラフィ技術を用いて形成した後、緩衝フッ酸溶液により、酸化シリコン膜をエッティングし、図4(e)のように表面のインク加圧室マスクパターン17、インクだめマスクパターン18及び裏面のインク加圧室マスクパターン13を形成する。そして、不要になったレジストは、レジスト剥離液により除去される。

【0029】この後、20重量%のKOH水溶液を摄氏80度に加熱し、前記Siウェハー10を浸漬し、インク加圧室を貫通させ、なおかつインク加圧室内部に35度の傾きを持った(111)結晶面が消滅するまでエッティングを行い、貫通溝のインク加圧室14及びインクだめ15を図4(f)のように形成する。

【0030】貫通溝のインク加圧室14、オリフィス16、そしてインクだめ15が形成されたSiウェハーは1度フッ酸に浸漬することにより、表面の酸化シリコン膜を除去し、インクの濡れ性を向上させるために再び熱酸化によりSiウェハー全面に0.1ミクロンの薄い酸化シリコン膜を付与する。

【0031】この後、ノズルプレート20とこのSiウェハー10を貼り合わせた。

【0032】ここで、ノズルプレート20は総合電子出版社の"エレクトロニクスの精密微細加工"（樽岡清威著）の86ページに記されているように、(100)面方位Siウェハーにフォトリソグラフィ及び湿式結晶

異方性エッティングを行うことにより作製した。

【0033】しかし、このノズルプレート20はステンレス薄板にYAGレーザー等で穴明け加工を行なったもの用いても良いし、特開平3-146652号公報に記されているような電鍍加工法で作製しても良く、本実施例に限定されるものではない。

【0034】次に、振動板300となるべきホウケイ酸ガラスをSiウェハー10に静電接合し、その振動板300の貫通溝のインク加圧室14上に圧電素子100を図4(g)のように接着する。最後にそれぞれの圧電素子に配線を施し、インクチューブ200を所定の位置に接続してインクジェットヘッドが完成する。

【0035】さて、完成したインクジェットヘッドの圧電素子100に実際に7キロヘルツの駆動周波数の印字信号を与えて、印字してみると、非常に精細な印字を行うことができた。なお、本実施例で製造したインクジェットヘッドのインクノズル間ピッチは70ミクロンであり、これは、1インチ当たり360ドットの印字密度で印字することができる。

【0036】(実施例2) 10枚の(110)面方位のSiウェハーを熱酸化して、Siウェハー表面に酸化シリコン膜を形成する。本実施例では耐エッティングマスク材には酸化シリコン膜を使用するが、窒化シリコン膜、炭化シリコン膜、金属膜等、Siアルカリエッティング液等に耐えられる膜なら何でも良く、酸化シリコン膜に限定されるものではない。

【0037】前記Siウェハーに1枚当たり20個の貫通溝のインク加圧室のインク加圧室14を形成するためにウェハー両面に貫通溝のインク加圧室マスクパターン13、17を形成する。図5(a)はその貫通溝のインク加圧室マスクパターンの一部を示した図である。この図では表側のマスクパターン17を実線で裏側のマスクパターン13を破線で示している。

【0038】図5の(b)は(a)のC-C切断線において切断した断面図を示している。ここで、ウェハー表面のマスクパターンの開口部寸法をx1、ウェハー裏面の開口部寸法をx2とする。

【0039】そして、湿式結晶異方性エッティングをおこない、図5(c)に示した貫通溝のインク加圧室14の幅x3を測定する。x2の値を小さくした時のx3の寸法ばらつきへの影響を調べた結果を表1に示す。

【0040】

【表1】

	表面の パターン寸法 x_1 (μm)	裏面の パターン寸法 x_2 (μm)	差 $x_1 - x_2$ (μm)	インク後 の平均寸法 x_3 (μm)	標準偏差 σ
試料1	50	49	1	56	4.0
試料2	50	47	3	52	1.3
試料3	50	46	4	51	0.9
試料4	50	45	5	51	0.5
試料5	50	40	10	51	0.5
試料6	50	35	15	51	0.5
比較例	50	50	0	60	8.0

【0041】尚、フォトリソグラフィによる酸化シリコン膜のパターニングの寸法精度は、プラスマイナス0.2ミクロンであった。

【0042】表1によると寸法 x_2 が小さくなるほど、寸法ばらつきを示す標準偏差は小さくなり、 x_2 が4.7ミクロン以下では一定の0.8の値を示している。

【0043】 $x_1 - x_2$ の値をどのくらいにするかは、アライナーのアライメント精度によって異なることが考えられるが、実際にはそれよりも大きい方が良い。

【0044】一般的なアライナーの場合、 $x_1 - x_2$ の値は、2ミクロンから100ミクロンの範囲が望ましい。

【0045】この範囲を越えた場合、例えば、 $x_1 - x_2$ の値が2ミクロンより小さい場合、は本実施例で狙った効果が得られず、寸法ばらつきは改善されない。また、 $x_1 - x_2$ の値が100ミクロンより大きい場合は、そのマスク寸法が極端に異なるので湿式結晶異方性エッチングの際に生じる段差部が大きくなり、これが消滅するのに要する時間が長くなりすぎるので、製造上好ましくない。

【0046】本実施例で用いたアライナーのアライメント精度はプラスマイナス2ミクロンであり、この値以上に寸法 x_2 を小さくしてやることにより、貫通溝のインク加圧室の幅のばらつきを飛躍的に小さくすることができた。

【0047】そこで、 $x_1 = 50$ ミクロン、 $x_2 = 4.7$ ミクロンのフォトマスク寸法で形成したインクジェットヘッドを実施例1に従って製造し、実際に印字してみる

と、非常にきれいな印字が得られた。

【0048】また、複数のインクノズルの個々のインク吐出特性のばらつきが改善され、印字ムラのない高い印字品質を容易に得る事が出来るようになった。このことは、従来の技術では、複数のインクノズルの個々のインク吐出特性のばらつきを、個々のインクノズル毎に駆動電圧を調整する事により補正していたが、この極めて時間と手間のかかる調整作業が省け、さらにその調整用の電子回路も不要となるために、いっそうインクジェットプリンターの製造が容易になった。

【0049】一方、比較例で示している $x_1 = x_2 = 50$ ミクロンの場合は、貫通溝のインク加圧室14の幅の平均 x_3 もアンダーカット現象により大きくなるために60ミクロンとかなり大きく広がってしまい、その標準偏差も8.0と極めて大きい値となり、ばらつきが大きいことを示している。従って1インチ当たり360ドットのインクドット密度で、複数のノズルを有した高密度

40 インクジェットヘッドは、貫通溝のインク加圧室14の幅のばらつきは公差でプラスマイナス2ミクロン以上の精度が必要であり、比較例の様に表裏同一寸法で貫通溝のインク加圧室を形成しても、精度が得られず、それぞれのノズルのインク吐出特性にばらつきが生じ、良好な印字品質が得られなかった。

【0050】以上の実施例は、圧電素子を用いてインクを吐出させる方法を用いて説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではない。従って、特願平3-234537号公報のように静電引力及び反発力で貫通溝の50 インク加圧室14を変形させてインクを吐出させても、

9

貫通溝のインク加圧室14内部にヒーターを形成し、これでインクを直接加熱してインクを沸騰させてインクを吐出させても良い。

【0051】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明は次のような効果を有する。

【0052】1) (110) 面方位のシリコンウェハーの両面にインク加圧室となるべきマスクパターンを形成し、湿式結晶異方性エッチングを行う事によりにより、ウェハー表面に対して垂直に出現する(111)結晶面で囲まれた貫通溝のインク加圧室を非常に簡単に形成する事ができ、この貫通溝のインク加圧室を用いた高密度マルチノズルインクジェットヘッドを容易に製造する事が出来た。

【0053】2) 貫通溝のインク加圧室の開口部マスクパターンにおいてウェハーの一方の面の開口部寸法がもう一方の面の開口部寸法に比べて、ある特定の値だけ小さい寸法のマスクパターンを形成する事によりインクジェットヘッドの貫通溝のインク加圧室の寸法精度が非常に向上し、複数のインクノズルの個々のインク吐出特性のばらつきが改善され、印字ムラのない高い印字品質を容易に得る事が出来るようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1におけるインクジェットヘッドの構造を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施例1におけるインクジェットヘッドの製造方法の原理を示す図である。

10

【図3】本発明の実施例1におけるインクジェットヘッドの製造工程を示す図である。

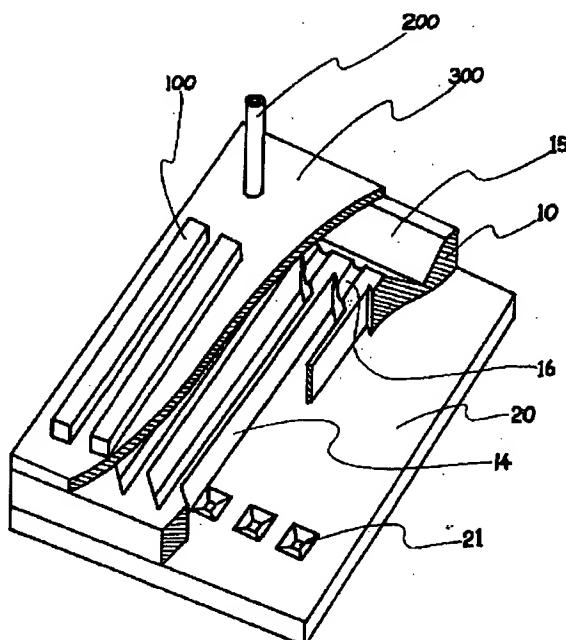
【図4】本発明の実施例2におけるインクジェットヘッドの製造方法の原理を示す図である。

【図5】本発明の実施例2の表1においてインクジェットヘッドの寸法位置を説明するための図である。

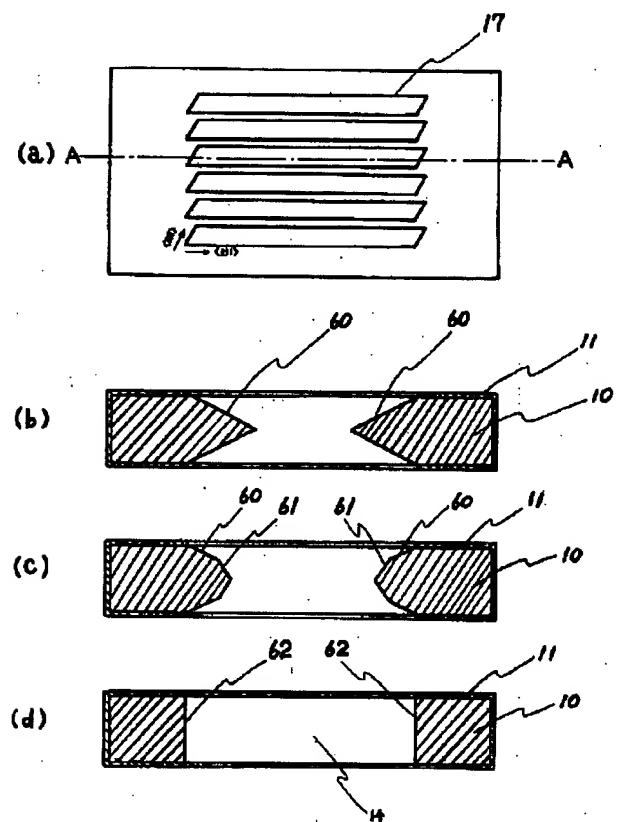
【符号の説明】

10	(110) 面方位シリコンウェハー
11	酸化シリコン膜
10 12	オリフィスマスクパターン
13	裏面インク加圧室マスクパターン
14	貫通溝のインク加圧室
15	インクだめ
16	オリフィス
17	表面インク加圧室マスクパターン
18	インクだめマスクパターン
20	ノズルプレート
21	インク吐出口
6 0	表面に対して35度の角度で出現する(111)結晶面
20 11	アンダーカット面
6 2	表面に対して垂直に出現する(111)結晶面
6 3	段差部
1 0 0	圧電素子
2 0 0	インクチューブ
3 0 0	振動板

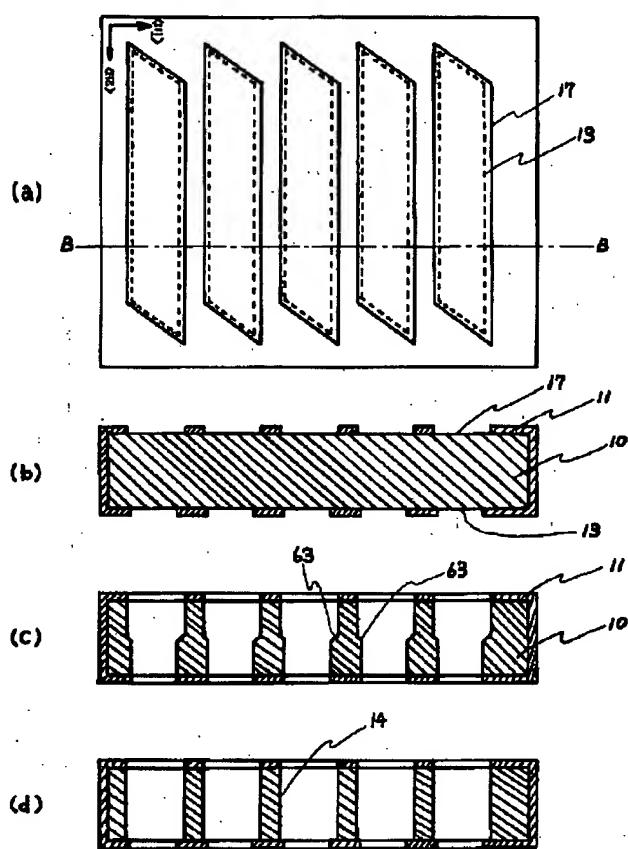
【図1】



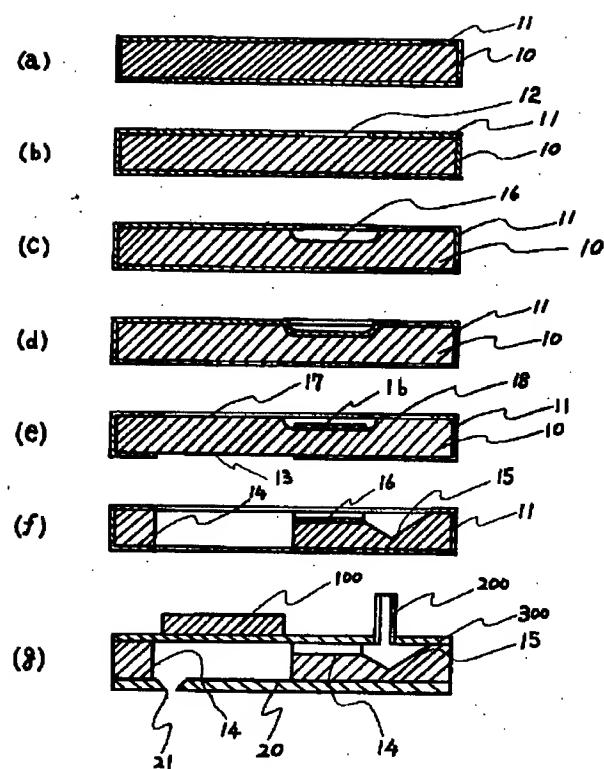
【図2】



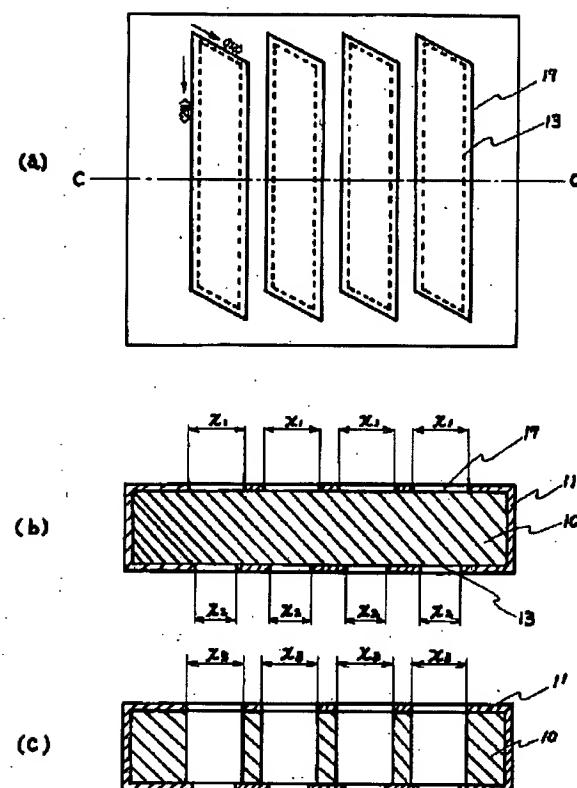
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小枝 周史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
一エプソン株式会社内